

LA LUPA

**Colección fueguina
de divulgación científica**

ICNOLOGÍA
Huellas bajo la lupa

ADEMÁS
FICHA DESMONTABLE
Guindo



Desde la flor a una nueva planta: ¿cuánto le cuesta nacer a un Nothofagus?



Costas de Ushuaia y contaminación



Arqueología puertas adentro

Índice

Desde la flor

a una nueva planta. ¿Cuánto le cuesta nacer a un *Nothofagus*?

2

Puertas adentro

La arqueología desde una mirada distinta

8

Costas y contaminación

Sedimentos y organismos costeros como indicadores de contaminación por metales traza

16

tecnología

Huellas bajo la lupa

28

Ficha desmontable

En este número: Guindo

19

Además:

Conocimiento en acción.....	14
Ciencia en foco.....	26
Áreas protegidas.....	34
¿Quién es? Raúl A. Ringuelet.....	38
Sobrevivir en las costas - Episodio 1.....	40

FOTO DE TAPA

XXXXXXXXXXXXXXXXXX



coleccionlupa@gmail.com
<http://coleccionlupa.wordpress.com>



Es una publicación del
CADIC



Publicación semestral Año 3
 Número 5 - Noviembre de 2013
 ISSN 1853-6743

CADIC-CONICET

Director: Dr. Jorge Rabassa
Vicedirectora: Dr. Andrea Raya Rey

Mail de contacto:

secretaria@cadic-conicet.gob.ar

Bernardo Houssay 200
 (CPV9410CAB).
 Ushuaia, Tierra del Fuego, República
 Argentina.
 Tel. (54) (2901) 422310 int 103.
www.cadic-conicet.gob.ar/site/

COMITÉ EDITORIAL

Coordinador General
 Dr. Mariano Diez

Secretaria general
 Dra. Claudia Duarte

Ciencias Sociales
 Dra. Jimena Oría

Ciencias Biológicas
 Dra. Luciana Riccialdelli

Ciencias Agrarias
 Dra. Romina Mansilla

Ciencias de la Tierra
 Dr. Pablo Torres Carbonell

Coordinadoras Misceláneas
 Dra. Paula Sotelano

Coordinador página web
 Dr. Fernando Santiago

Contacto:

coleccionlupa@gmail.com

Disponible en Internet en:
coleccionlupa.wordpress.com/

Agradecemos a:
 María Laura Borla

Edición Integral

Editorial Utopías

www.editorialutopias.com.ar
 Edición especializada de libros y revistas

Editorial

Editorial

Utilidades concretas

D ¡Bienvenidos a un nuevo número de La Lupa! Aunque con algunos meses de retraso, este quinto número da inicio al tercer año de La Lupa, que lleva ya 27 meses divulgando ciencia fueguina. En esta oportunidad queremos poner en relieve una de las preguntas que estamos obligados a hacernos los que trabajamos en ciencia: ¿qué utilidad práctica y concreta dejan los resultados que obtenemos de nuestra investigación a la sociedad que nos sostiene?

¡Bienvenidos a un nuevo número de La Lupa! Aunque con algunos meses de retraso, este quinto número da inicio al tercer año de La Lupa, que lleva ya 27 meses divulgando ciencia fueguina. En esta oportunidad queremos poner en relieve una de las preguntas que estamos obligados a hacernos los que trabajamos en ciencia: ¿qué utilidad práctica y concreta dejan los resultados que obtenemos de nuestra investigación a la sociedad que nos sostiene?

Aún aquellas investigaciones con aplicación en indirectas, o que pasan desapercibidas en el corto plazo, deben tener una utilidad y como mínimo servir de base para continuar indagando y obtener respuestas a preguntas concretas, o revestir importancia para la toma de decisiones en políticas públicas. No olvidemos que tanto en el CONICET como en las universidades públicas la investigación se sostiene con fondos provenientes del Estado. Es decir que la sociedad, como "mecenas" de nuestra actividad, no debe dejar de interpellarnos y de interesarse por lo que le devolvemos como producto de nuestro trabajo.

rar la importancia que tiene la protección de los bosques nativos a partir de datos sobre lo tortuoso que es el ciclo de regeneración de los *Nothofagus*; aprenderemos el esfuerzo real, el insumo de tiempo y las horas de trabajo que implica conocer los modos de vida de nuestros pueblos originarios; entenderemos la importancia de los estudios sociales para desterrar conceptos anacrónicos como el de la raza; y conoceremos también un poco más sobre la forma de determinar ambientes ancestrales a partir del rastro que dejaron organismos que vivieron hace millones de años en los sedimentos, paso fundamental para, por ejemplo, determinar el potencial que tienen las rocas del subsuelo como productoras de petróleo.

Esperamos que este nuevo número de La Lupa logre el cometido de acercar a nuestra sociedad una parte de la ciencia y tecnología que se produce en Tierra del Fuego

"cualitativa"; podremos valo-



Quienes hacemos esta Revista no tenemos relación comercial ni personal con las empresas que esponsorean su circulación. Su apoyo está condicionado en acciones de Responsabilidad Social en el marco de la divulgación de la Ciencia. De ninguna manera este esponsoreo implica vínculo alguno y queda supeditada su interrupción en la medida que ambas partes, o alguna de ellas, así lo define.

Desde la flor a una nueva planta:

¿cuánto le cuesta nacer a un *Nothofagus*?



Rosina Soler

Cada primavera los árboles de *Nothofagus* (ñires, guindos y lengas) que habitan en Tierra del Fuego, producen millones de flores femeninas pequeñas, de color verdoso, difíciles de detectar; y flores masculinas de color rosa-blancuecino, un poco más evidentes. La flor femenina de la lenga es solitaria y las del ñire y guindo están agrupadas de a 3 flores (**inflorescencia**). Por lo tanto, la lenga puede producir 1 semilla por fruto (de 7-9 cm de largo), mientras que el ñire y el guindo producen 3 semillas por fruto (de 3-4 mm de largo cada semilla, Figura 1). Pero ¿todas las flores alcanzan a formar una semilla? ¿Y todas las semillas logran formar un nuevo árbol? El estudio del ciclo reproductivo y de regeneración de los *Nothofagus* (Figura 2) abarca distintas etapas desde la floración, fructificación, dispersión de semillas, hasta la instalación de una nueva planta (Figura 1). Así, es posible conocer cuáles son las diferentes barreras o los factores limitantes naturales que van ocurriendo a lo largo de este ciclo, y que reducen la posibilidad de dejar descendientes, determi-

nando el **potencial reproductivo** final.

Todo comienza con unas cuantas flores

El viento es el encargado de transportar el polen desde las flores masculinas hacia las flores femeninas de los *Nothofagus*. Si el polen alcanza efectivamente el ovario de una flor, se inicia el maravilloso proceso de una nueva vida. Pero en ciertos casos, sucede que algunas flores femeninas no reciben la suficiente cantidad de polen y dejan caer la flor interrumpiendo el ciclo (abscisión o aborto, Figura 3A). En otros casos, la flor femenina recibe el polen de un árbol emparentado, o con estructura

genética similar (autopolinización). Frente a esta situación, las especies de *Nothofagus* han desarrollado un mecanismo de **auto-incompatibilidad** que da como resultado un fruto vacío. Estos eventos son muy comunes y las pérdidas alcanzan entre un 40-50% de las flores iniciadas durante la primavera.

Frutos que se pierden y otros que llegan a la dispersión

Una vez que la flor fue polinizada, comienza a formarse el fruto (llamado aquenio). Estos frutos se desarrollan principalmente durante los meses de verano (diciembre-febrero) y contienen las se-

Si el polen alcanza efectivamente el ovario de una flor, se inicia el maravilloso proceso de una nueva vida.

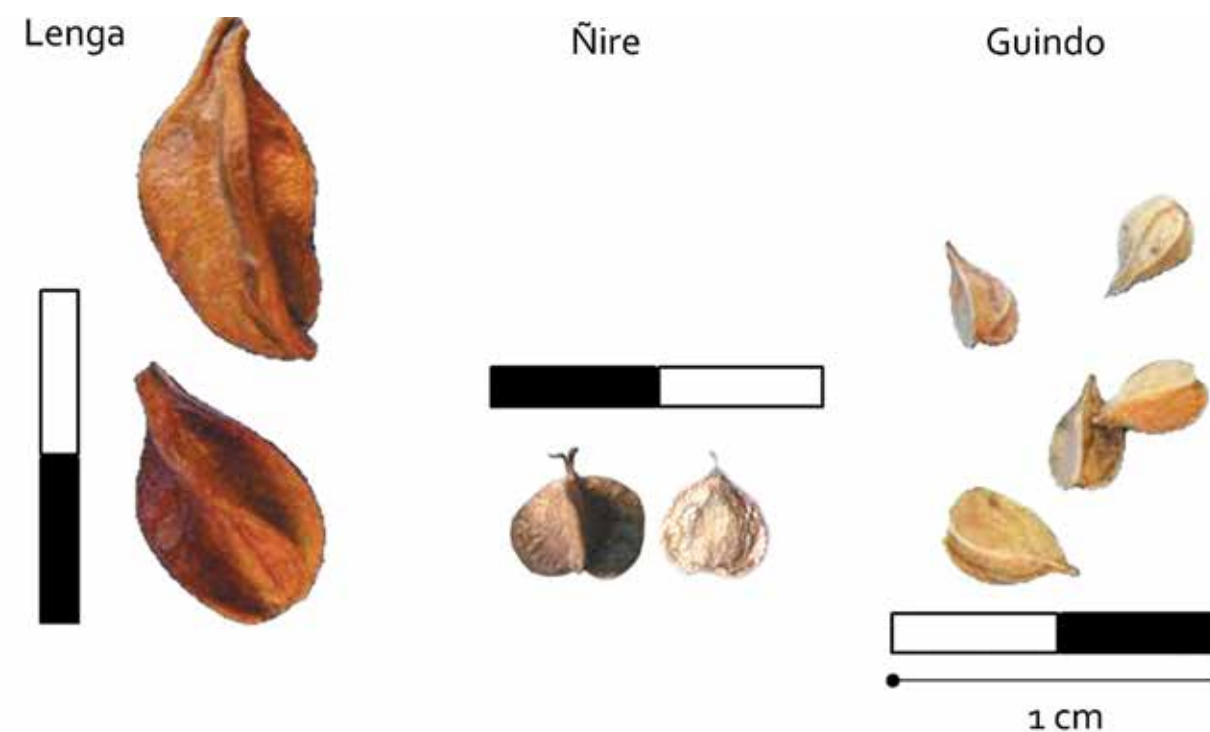


Figura 1: Semillas de lenga (*Nothofagus pumilio*), ñire (*N. antarctica*) y guindo (*N. betuloides*).

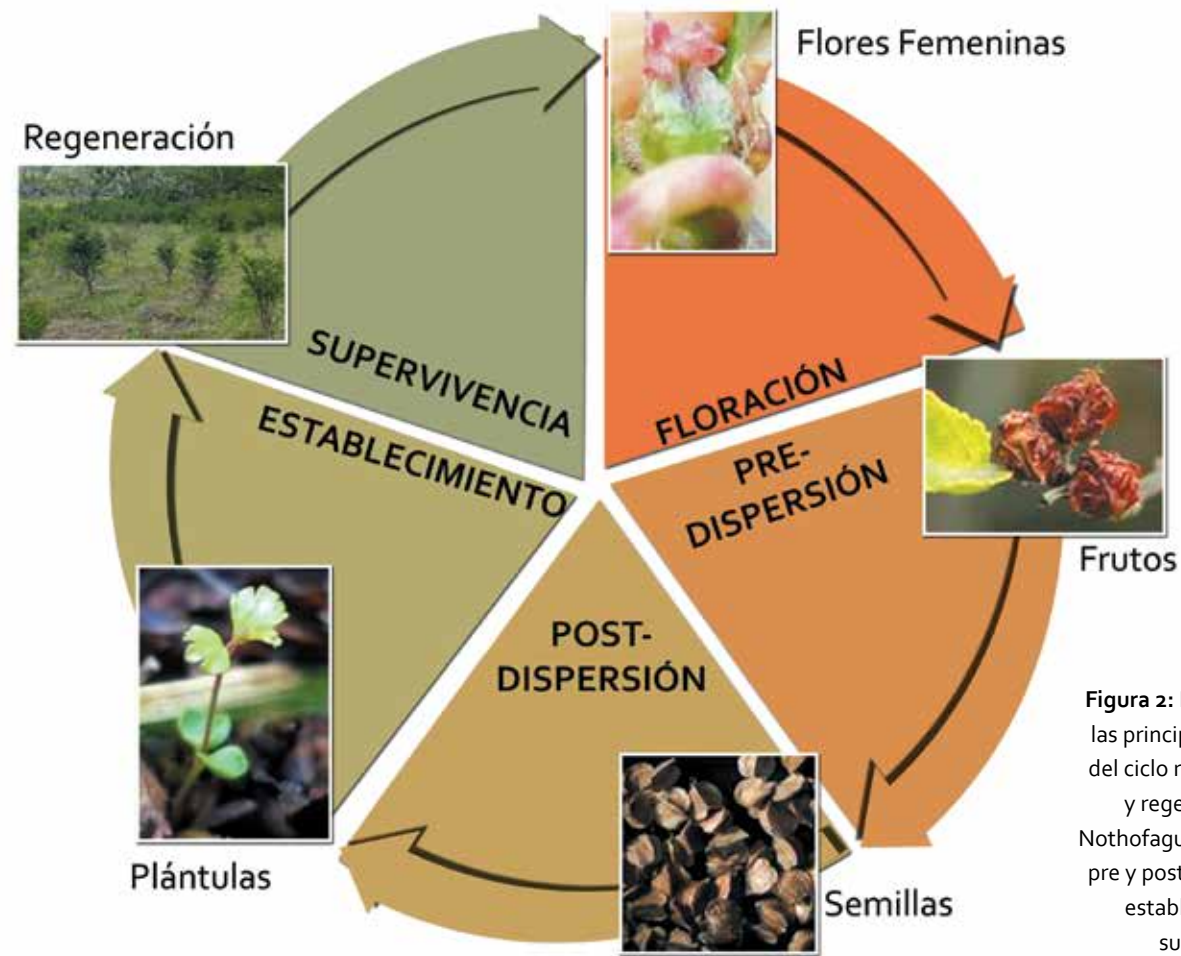


Figura 2: Esquema de las principales etapas del ciclo reproductivo y regeneración de *Nothofagus*: floración, pre y post-dispersión, establecimiento y supervivencia.

Varias especies de aves se alimentan de los frutos de los árboles de *Nothofagus* que se encuentran en las copas. Los insectos también aprovechan los frutos de lenga, ñire y guindo para colocar sus huevos.

4

millas. Durante esta época, la ocurrencia de eventos climáticos extremos inesperados (ej., exceso de lluvias, intensas ráfagas de viento, heladas fuera de temporada) ocasionan la pérdida o abscisión temprana de los frutos, siendo aquellos más pequeños y recientemente formados los más susceptibles. Estas pérdidas representan aproximadamente un 30%, pero pueden variar entre años. Otra causa de pérdida es la predación o forrajeo de frutos y semillas antes de la dispersión por parte de animales. Varias especies de aves (ej., *Phrygilus patagonicus*, o comesebo pata-

gónico) se alimentan de los frutos de los árboles de *Nothofagus* que se encuentran en las copas (Figura 3E), reduciendo en un 6-10% el potencial reproductivo de los *Nothofagus*. Los insectos también aprovechan los frutos de lenga, ñire y guindo para colocar sus huevos (Figura 3C y D), permitiendo que las larvas se desarrollen en un medio altamente nutritivo. Estas pérdidas representan un 15-20% del total de frutos producidos. Así, llegamos a esta parte del ciclo con un 50-60% menos de frutos, aunque en algunos años pueden alcanzar proporciones mayores. Como

vemos, las posibilidades de obtener retoños se van reduciendo... ¡pero el ciclo continúa! Veamos cómo sigue la historia.

Dispersión de semillas: ¿qué sucede en el suelo forestal?

A esta altura del ciclo, las semillas de los árboles han sido dispersadas sobre el suelo del bosque a través del viento. Dicha dispersión ocurre en forma masiva durante el otoño, quedando cubiertas por la abundante capa de hojas que caen al final de la temporada y protege a las semillas de la nieve y las heladas invernales (**estratificación**). Pero antes que comience el invierno, algunas semillas son consumi-

das por aves y roedores que buscan y almacenan alimentos para el invierno. En el caso del ñire, estas pérdidas son bajas (menos del 5%), pero en la lenga pueden alcanzar un 20% del total de semillas dispersadas.

Bien, llegó el invierno y parece que todo termina aquí... pero todavía falta superar algunas barreras. Existe una pérdida de la **viabilidad** (Figura 2B) durante la estratificación invernal debido a que algunas semillas quedan desprotegidas, o porque algunos inviernos pueden ser más rigurosos que lo habitual. En estos casos las semillas perderán parte del potencial reproductivo que tenían cuando cayeron (10-15% en ñire y 30-45% en lenga). Ahora

...del total de semillas producidas durante el otoño un 85% en el caso del ñire y un 40-60% en el caso de la lenga alcanzan a superar la etapa post-dispersión...

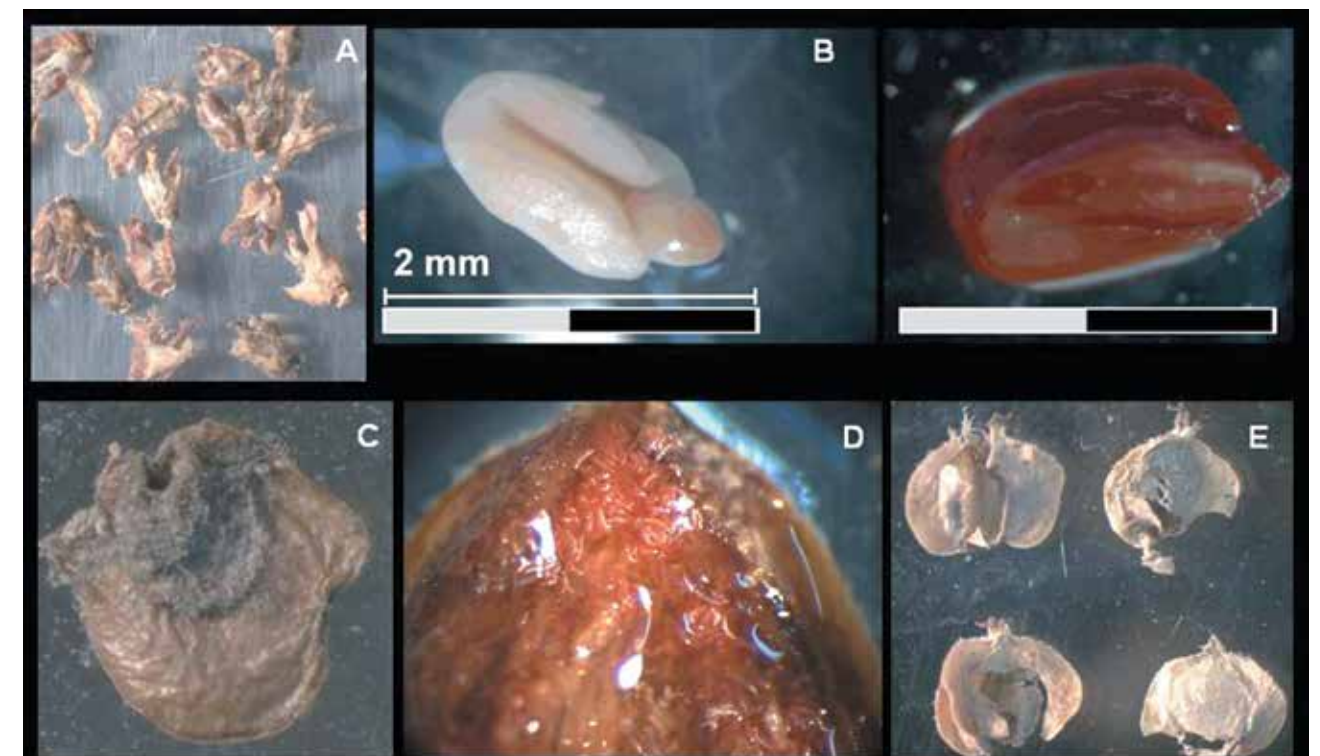


Figura 3: Ejemplo de factores de pérdidas reproductivas en el ciclo de los *Nothofagus*. A) flores femeninas de lenga abortadas, B) semillas viables (roja) y no viables (blanca) de lenga (la coloración es obtenida mediante el Test de Tetrazolium), C y D) semillas de ñire atacadas por insectos, E) semillas de ñire comidas por aves.

5



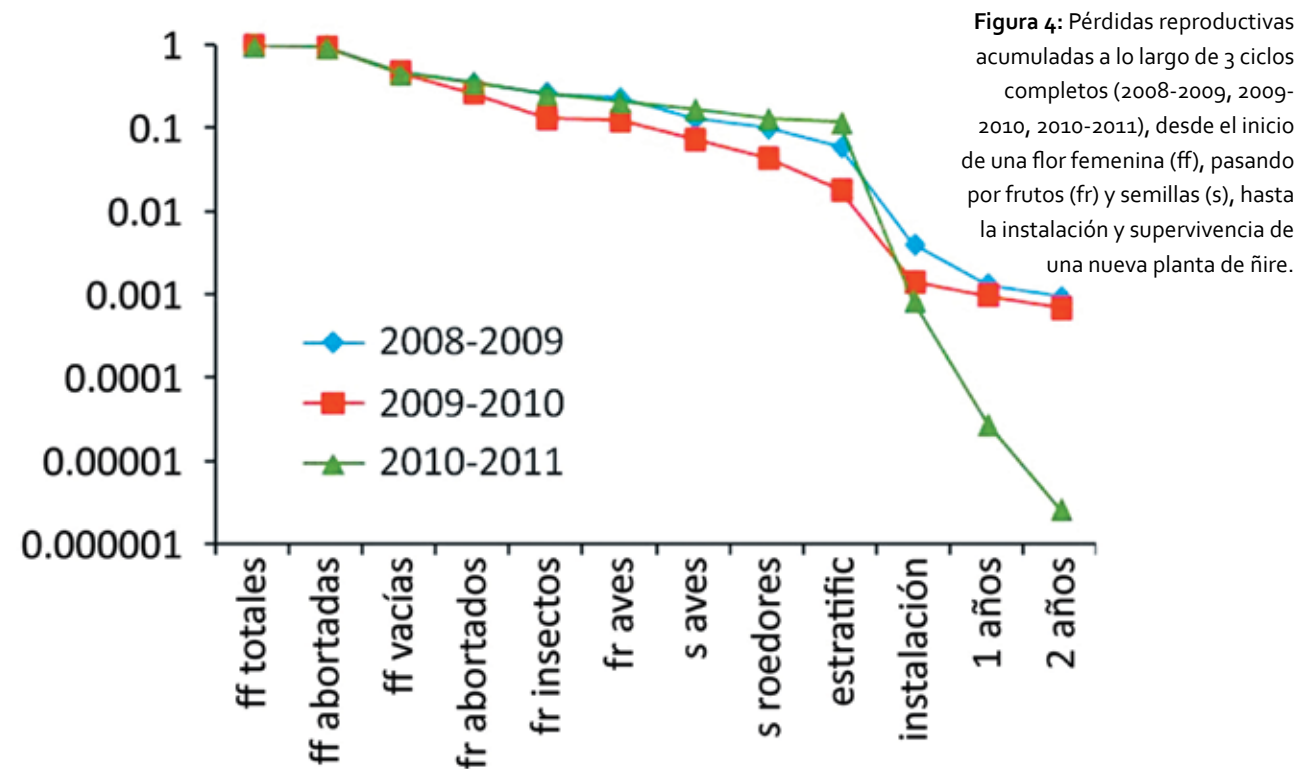
Llegada nuevamente la primavera, el éxito de las semillas que han superado las barreras en las etapas anteriores depende de la capacidad de germinación y la supervivencia de las nuevas plantas.

sí, del total de semillas producidas durante el otoño un 85% en el caso del ñire y un 40-60% en el caso de la lenga alcanzan a superar la etapa post-dispersión...¿serán capaces de formar un nuevo árbol?

Instalación: ¡bienvenidos los nuevos!

Llegada nuevamente la primavera, el éxito de las semillas que han superado las barreras en las etapas anteriores depende de la capacidad de germinación y la supervivencia de las nuevas plantas. Nuevamente, a nivel del suelo del bosque la disponibilidad de agua y luz son factores claves para que las semillas puedan germinar.

Ambos factores cambian de acuerdo a los **micrositios** en el suelo del bosque. Es decir, no es lo mismo para una planta germinar debajo del árbol padre o alejada varios metros de allí, entre la hojarasca, sobre un musgo o sobre el tronco de un árbol caído, etc. Las más afortunadas serán aquellas semillas que alcancen micrositios más favorables para instalarse y sobrevivir (menos del 1% de las semillas de ñire y del 13% de lenga). Luego de la instalación, los animales herbívoros nativos y domésticos también influyen en la supervivencia de las plantas, ya que se alimentan de sus hojas y brotes, disminuyendo así el crecimiento y, en algunos casos, la supervivencia. Además, las vacas y ove-



jas dentro del bosque también dañan la regeneración debido al pisoteo y quiebre de plantas jóvenes.

Entonces...¿cuántos alcanzan la meta?

Este enfoque integrador del ciclo, nos permite comprender el gran gasto de energía que realizan los árboles padres y la probabilidad real de que una flor llegue a formar una planta joven de *Nothofagus*. Dicha probabilidad es muy baja, aunque variable entre años (Figura 4): 0,02-0,04% para ñire y 0,25-1,5% para lenga. Es decir, fueron necesarias entre 2500 y 5000 flores para formar 1 árbol de ñire, o 100 a 400 flores para formar 1 árbol de lenga. Estos valores suenan muy bajos, pero son similares a los que presentan otras especies forestales del mundo como el olivo (*Olea europea*) o la encina (*Quercus ilex*). Dentro del ciclo de **regeneración** de los *Nothofagus*, la etapa más crítica es la de instalación (de semilla a una nueva planta). Es interesante, pensar a los árboles como seres que desde su particular forma de vida, también nos cuentan historias. Ahora cada vez que veas un árbol, podrás imaginarte ¿cuántas flores fueron necesarias para que él viva?



Fueron necesarias entre 2500 y 5000 flores para formar 1 árbol de ñire, o 100 a 400 flores para formar 1 árbol de lenga.

Glosario:

- Auto-incompatibilidad:** Es una estrategia para promover la fecundación entre individuos que no estén relacionados genéticamente.
- Estratificación:** es el período después de la dispersión de semillas, durante el cual éstas permanecen entre la hojarasca (en el suelo del bosque), sometidas a temperaturas muy bajas.
- Forrajeo:** es la búsqueda y explotación de los recursos alimentarios.
- Inflorescencia:** es un grupo de flores dispuestas en una rama.
- Micrositio:** condiciones del suelo del bosque a pequeña escala, que pueden resultar favorables o no para la germinación de una semilla e instalación de una nueva planta.
- Potencial reproductivo:** capacidad de un individuo adulto para reproducirse exitosamente y producir nueva descendencia (hijos).
- Regeneración:** es un proceso por el que nuevos individuos se incorporan a la población reproductora a medida que otros desaparecen por mortalidad natural.
- Viabilidad:** hace referencia a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables. Una forma de conocer la viabilidad de semillas es a través del Test de Tetrazolio.



ARQUEOLOGÍA PUERTAS ADENTRO



María Celina
Álvarez Soncini



Vanesa Esther
Parmigiani

Como hemos visto en números anteriores de La LUPA, en verano hay arqueólogos trabajando en el norte, en el centro, en el extremo oeste y en el sur de la Isla de Tierra del Fuego. Pero ¿te preguntaste qué hacen el resto del año, en este edificio amarillo llamado CADIC? En este artículo te contaremos qué actividades hacemos cuando no estamos excavando o **prospectando** y

cuál es el camino que recorren los materiales arqueológicos desde que llegan del campo. También te presentaremos un tipo de análisis particular que se realiza a las piezas arqueológicas: el análisis funcional.

Empecemos por el principio, y el principio es ordenar

Una vez que regresamos del campo con los materiales que recuperamos en los sitios arqueológicos (lítico, vegetal,

óseo y sedimentos), se inicia el proceso de lavado, secado y rotulado, que puede durar semanas, dependiendo de la cantidad de piezas: a veces son unos cientos pero otras pueden ser miles (foto 1). Al mismo tiempo se va llenando una base de datos que nos ayuda a describir las piezas y que luego usaremos para hacer otros análisis.

Una de las primeras actividades que hacemos es secar los carbones (si es que tuvimos suerte de encontrar algún fogón durante la excavación), para que no se formen hongos que contaminan las muestras, y envolverlos en papel aluminio, para preservarlos correctamente. Con el carbón podemos fechar los sitios arqueológicos, por el método del radiocarbono (si no te acordás de qué se trata, te invitamos a leer los ar-

tículos de La Lupa # 1 y 3).

Cada tipo de material requiere especial cuidado. Uno pensaría que carbones y huesos necesitan ser tratados con mayor delicadeza por su fragilidad, pero el material lítico requiere el mismo cuidado. Aunque estemos hablando de piedras, y pensemos que se trata de un material duro e inalterable, también necesitan ser manipuladas con cuidado para no perder la información que guardan en sus filos.

Finalmente, después de fotografiar los materiales, guardamos cada pieza arqueológica en una bolsita por separado, para que esté bien protegida, se preserve para las generaciones futuras y pueda ser consultada por cualquier arqueólogo del mundo que le interese.



Figura 1: Rotulado del material

¿Para qué y por quién hacemos arqueología?
El trabajo que realizamos los arqueólogos en el campo y en el laboratorio, busca entender a las sociedades que vivieron en el pasado y que no dejaron información escrita sobre su vida. Por ello gran parte del tiempo lo dedicamos analizar y a escribir, transformando esos datos y descripciones en ideas que luego difundimos en congresos, libros y revistas.



Figura 2: A-Maquina de flotar y proceso de flotación. B-Separación de microrestos

También traemos bolsas con tierra al laboratorio. ¿Por qué las traemos? Porque en la tierra hay microrestos arqueológicos (milímetros): microlascas, microfragmentos de huesos, espículas de carbón y diversidad de frutos y semillas. Estos materiales son difíciles de ver en el campo y, aunque pudieran verse, llevaría muchísimo tiempo levantarlos uno por uno durante la excavación.

En el laboratorio, esos microrestos son separados de la

tierra a través de una máquina de flotar, este proceso se llama flotación. Consiste en hacer pasar grandes cantidades de agua para que los pequeños materiales, se desprendan de la tierra. Los que están carbonizados, suben a la superficie, donde una pequeña corriente los arrastra hacia un sistema de mallas de distintos calibres (que funcionan como coladores con tamaños diferentes) (foto 2A). En estas mallas queda un residuo de tierra, que se deja

secar para luego separar los materiales óseos, líticos y carbones (foto 2B). El sedimento restante se guarda, para que un especialista, con la ayuda de una lupa, pueda separar las semillas y frutos, que son imperceptibles a simple vista.

A continuación te presentaremos un tipo de análisis particular que hacemos en CADIC: el análisis funcional de materiales arqueológicos.



Figura 3: Lupa binocular y detalle de un diente de carpincho sin uso a 0.65X.



Figura 4: microscopio metalográfico y (abajo) detalle de Formación progresiva de los microrastros 200X (diente de carpincho).

¿Qué es el análisis funcional de base microscópica?

Es el método por el cual podemos identificar los **rastros de uso** de los materiales arqueológicos; en otras palabras, nos permite determinar para qué se usaban de los instrumentos.

Este análisis aporta información sobre las actividades específicas y los modos de vida de las sociedades pasadas; también nos ayuda a entender qué les pasó a los materiales una vez que fueron abandonados

y pasaron a formar parte del registro arqueológico (no todos los rastros que vemos son resultado de acciones humanas, algunos se deben a alteraciones naturales y/o accidentes que les ocurren una vez que son descartados).

Los rastros de uso pueden ser macroscópicos o microscópicos. Para poder identificarlos utilizamos distintos medios ópticos como lupa binocular (foto 3) o microscopio metalográfico (foto 4). Con ellos po-



Rotular, es ponerle un código a cada pieza ¿secreto? No! Un código compartido por la mayoría de los arqueólogos, donde ponemos las iniciales del sitio y el número de inventario. Por él sabemos la procedencia exacta de cada pieza arqueológica.



El análisis funcional surge en Rusia a comienzos del siglo XX, pero recién se populariza en Europa en la década del '60, cuando se conoce la obra de su inventor, Sergei Semenov. Él demostró que los instrumentos conservan rastros particulares luego de ser utilizados, que pueden verse con el medio óptico adecuado.

demos inferir si un instrumento fue usado o no. En el caso de haber sido usado, a veces sólo podemos identificar si fue sobre un material duro o blando; en otras ocasiones podemos ser más precisos y determinar el tipo de material que trabajaron: hueso, cuero o madera. También, los rastros de uso nos indican qué tipo de trabajo se realizó y su movimiento (cinemática): cortar, raspar, perforar, etc.

Un paso fundamental en el análisis funcional es la **experimentación**. Generar una colección experimental es el primer paso para identificar los rastros de uso y luego compararlos con los materiales arqueológicos. Por este medio intentamos contrastar las hipótesis que previamente formulamos de

“cómo” y “sobre qué” pudieron ser usados los instrumentos.

¿Cómo plantemos una experimentación funcional?

Hay dos maneras de realizarla: una forma sería tomar un instrumento, ya sea de piedra, hueso, valva, dientes, etc. y utilizarlo durante lapsos de tiempo preestablecidos, controlando el ángulo de trabajo y haciendo un único movimiento durante toda la tarea (foto 5A). La otra forma está orientada a reproducir un instrumento, por ejemplo fabricar un arpón, o realizar alguna tarea específica, como quitarle el cuero a un animal.

En ambos casos, las herramientas utilizadas se observan a través del microscopio y de la lupa para ver si sufrieron modificaciones.

¿Dientes como herramientas?...Sí, leíste bien!

Nuestra experimentación actualmente está enfocada al estudio de los dientes de distintos animales, para poder identificar los rastros de uso que presentan cuando se los utiliza como instrumentos.

¿Cómo lo sabemos? A través del registro etnográfico sabemos que diversas culturas utilizaban dientes de animales como adornos personales, y en algunos casos como herramientas.

Teniendo en cuenta que los dientes aparecen frecuentemente en los sitios arqueológicos, nos pareció importante analizarlos funcionalmente, considerándolos como potenciales instrumentos.

Comenzamos confeccionando una colección experimental con dientes de castor (*Castor canadensis*), ya que contábamos con información de sitios arqueológicos de Rusia donde fueron utilizados como herramientas. Utilizamos los dientes para cortar y raspar tres tipos de materiales: cuero, madera y hueso, en es-

tado fresco y seco, por periodos de tiempo de 5, 15 y 30 minutos.

Luego ampliamos la colección experimental usando dientes de un roedor autóctono de Sudamérica que habita desde Panamá hasta Buenos Aires, el Carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), ya que teníamos información etnográfica del uso de sus dientes como cuchillo, por parte de los Bororó del Brasil. En este caso hicimos lo mismo que con los dientes de castor, replicando la experimentación (foto 5B).

En todo este trabajo son infaltables las fotos. Tanto la lupa como el microscopio tienen cámaras que nos permiten tomar imágenes, éstas quedan como registro de la modificación progresiva que van teniendo las superficies de los dientes.

Y para terminar te contamos que estamos ampliando la experimentación: esta vez es el turno de las nutrias, otro animal consumido por las sociedades del litoral argentino en el pasado



Agradecimientos: a los Drs. Mansur, De Angelis y Sapoznikow por su lectura crítica y sus atinados comentarios.

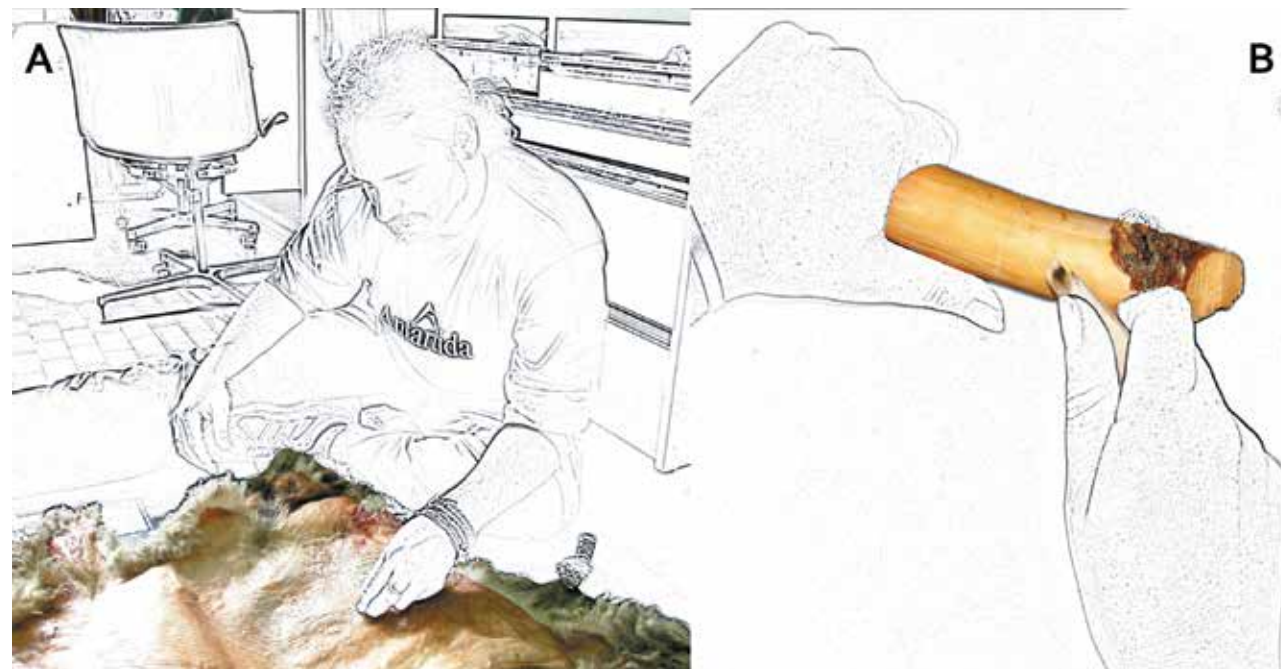


Figura 5: Trabajo experimental A- raspado de cuero. B- raspado de madera.

GLOSARIO

Prospección: Exploración del suelo encaminada a descubrir yacimientos arqueológicos, minerales o petrolíferos.

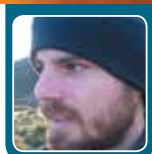
Experimentación: método analítico basado en la observación y la medición de variables y sus correlaciones. Sirve para contrastar total o parcialmente distintas hipótesis planteadas, a partir de lo cual se precisa una teoría o se crean nuevas teorías.

Rastros de uso: Se dividen en dos grupos: macrorastros: modificación de los filos por fractura, genéricamente se los llama esquirlamientos; y microrastros: modificación por deformación de la superficie del filo que entra en contacto con el material trabajado, comprende tres tipos: redondeamiento o alisamiento, estrías microscópicas y micropulidos.



Conocimiento en acción:

Licenciaturas e Ingenierías relacionadas al estudio y gestión del Ambiente



Hernán Dieguez

La identificación y difusión de hechos como contaminación, desertificación y agotamiento de recursos ayudó a incorporar la cuestión ambiental en las agendas públicas y privadas con el fin de compatibilizar las actividades humanas y el crecimiento económico con la conservación de la naturaleza. Aparecieron en los últimos años una serie de carreras, que combinan disciplinas y enfoques para formar profesionales con un perfil biológico aplicado, que entiendan el funcionamiento de los ecosistemas y gestionen soluciones para los problemas del deterioro ambiental desde una perspectiva científica articulada con la toma de decisiones. Con un enfoque multidisciplinario, los planes de las carreras orientadas al estudio y gestión del ambiente incluyen materias de ciencias exactas y naturales (matemática, física, química, botánica, zoología, genética, ecología, geología) y ciencias sociales (economía, derecho, geografía). Se proveen contenidos referidos al aprovechamiento y conservación de recursos naturales: gestión de cuencas, ordenamien-

Foto portada:
Trabajando en el laboratorio: Análisis de calidad de agua

to territorial, manejo de fauna y flora, producción de alimentos u otros bienes, tratamiento de aguas y efluentes, remediación de suelos y evaluación de impactos ambientales.

Qué se aprende

Los profesionales egresados de estas carreras están capacitados para:

Realizar inventarios de recursos naturales.

Caracterizar la estructura y el funcionamiento de ecosistemas y los efectos de distintos factores de estrés (contaminación, cambios climáticos, atmosféricos o de uso del suelo y otras perturbaciones humanas).

Caracterizar los bienes y servicios provistos por los ecosistemas.

Elaborar, ejecutar y evaluar planes de manejo de recursos naturales con fines productivos y/o de conservación.

Diseñar e implementar planes de mitigación, restauración y/o remediación ambiental.

Diseñar, ejecutar, evaluar y/o supervisar planes de gestión ambiental en empresas, instituciones públicas y privadas.

Ejecutar y evaluar estudios de impacto ambiental.

Participar en actividades de certificación ambiental en empresas, certificadoras y/o el sector público.

Contribuir en la construcción de marcos legales, normativas y políticas para el manejo y conservación de recursos naturales.

Participar íntegramente en procesos de ordenamiento territorial.

Generar conocimiento y técnicas mediante la actividad científica.

Generar contenidos y hacer docencia (a nivel primario, secundario, terciario y universitario) en educación ambiental.

Dónde trabajar

Estas tareas pueden ser realizadas en universidades, centros de investigación y de desarrollo tecnológico, ONGs, organismos públicos, consultoras, industrias y empresas de diverso tipo e instituciones educativas en todos los niveles



Trabajando con actores sociales: Transferencia de tecnología a comunidades aborígenes



Trabajando en ambientes naturales: Relevamientos de vegetación

Costas de Ushuaia y contaminación

Sedimento y organismos costeros como indicadores de contaminación por metales traza.



Claudia Duarte



Erica Giarratano



Mónica Gil

Las costas del canal Beagle, donde se emplaza la ciudad de Ushuaia, están sometidas al ingreso constante de productos de desecho provenientes de la actividad humana. Algunas de las fuentes de ingreso de contaminantes en nuestra ciudad son:

- La actividad en muelles turísticos, pesqueros, de abastecimiento o de recreación.
- Las zonas fabriles.
- Los desechos cloacales, domiciliarios y pluviales.
- El contenido de ríos y arroyos que a lo largo de su

trayecto a través de la ciudad, colectan residuos domésticos y urbanos en general.

Los **metales traza**, como el cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb), y zinc (Zn) se consideran entre los contaminantes más importantes. La concentración natural de estos elementos en un ecosistema puede variar por efectos naturales o antrópicos. Los metales traza, ampliamente distribuidos en los ambientes, son usados en la industria y están presentes en la mayoría de las aguas residuales que se descargan en el

mar, aún en aquellas que provienen de fuentes domésticas.

Los altos niveles de metales en ambientes con intervención humana son peligrosos debido a su toxicidad y a su capacidad para acumularse en los organismos. Esto se agrava si pueden estar en contacto con actividades antrópicas como en la costa de una ciudad.

Los organismos marinos, en especial los moluscos, son considerados herramientas importantes en proyectos de monitoreo y control. ¿Por qué son tan importantes? Porque son capaces de acumular en su cuerpo metales provenientes del medio en el que viven, a través del alimento que ingieren o del agua que filtran.

Esta característica permite que se puedan medir las concentraciones de contaminantes en sus tejidos y se determine cuán afectados estén. Una técnica comúnmente utilizada para analizar la influencia y el efecto de estos contaminantes es el estudio de **organismos autóctonos** para medir la cantidad de metales traza acumulados en sus tejidos. Las lapas y mejillones que viven en las costas cercanas a la ciudad de Ushuaia, son ejemplos de los moluscos que pueden usarse para estos estudios.

Investigaciones realizadas en el CADIC sobre la lapa *Nacella magellanica* y el mejillón *Mytilus edulis chilensis* (Figura 1) determinaron la presencia

de algunos metales en sitios cercanos a la ciudad.

Los sitios estudiados y las mediciones realizadas

Tres sitios de estudio fueron elegidos en base a los diferentes orígenes de impacto que pudieran tener: un sector en la zona industrial, otro cercano al muelle de almacenamiento de combustibles y el tercero en la salida del dispersor cloacal localizado en la península Ushuaia (Figura 2). En cada sitio se tomaron muestras de organismos, agua y sedimento en invierno, primavera, verano

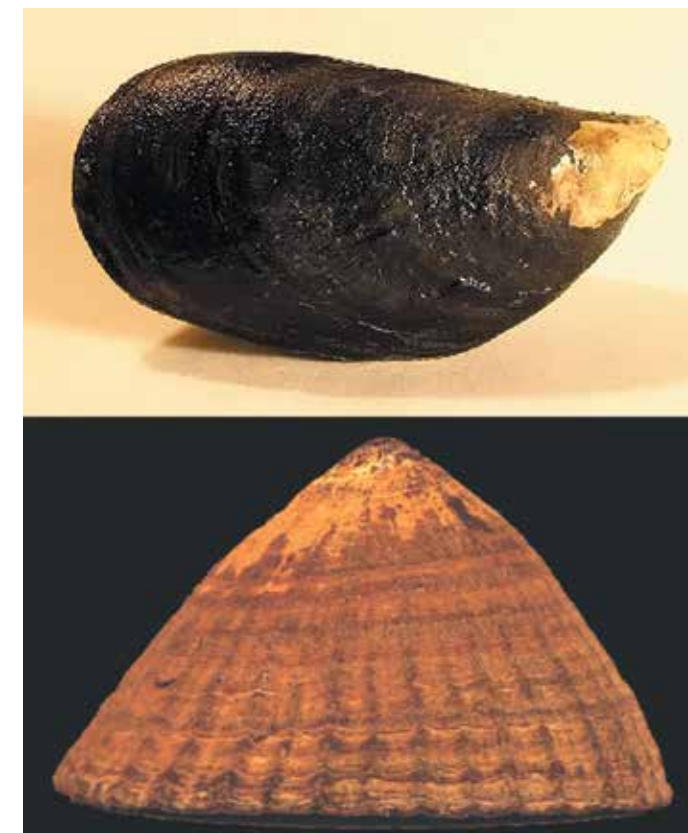


Figura 1: Organismos indicadores. Arriba: *M. edulis chilensis* (mejillón). Abajo: *N. magellanica* (lapa).

Los metales traza, como el cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb), y zinc (Zn) se consideran entre los contaminantes más importantes. Los metales traza, ampliamente distribuidos en los ambientes, son usados en la industria y están presentes en la mayoría de las aguas residuales que se descargan en el mar, aún en aquellas que provienen de fuentes domésticas.

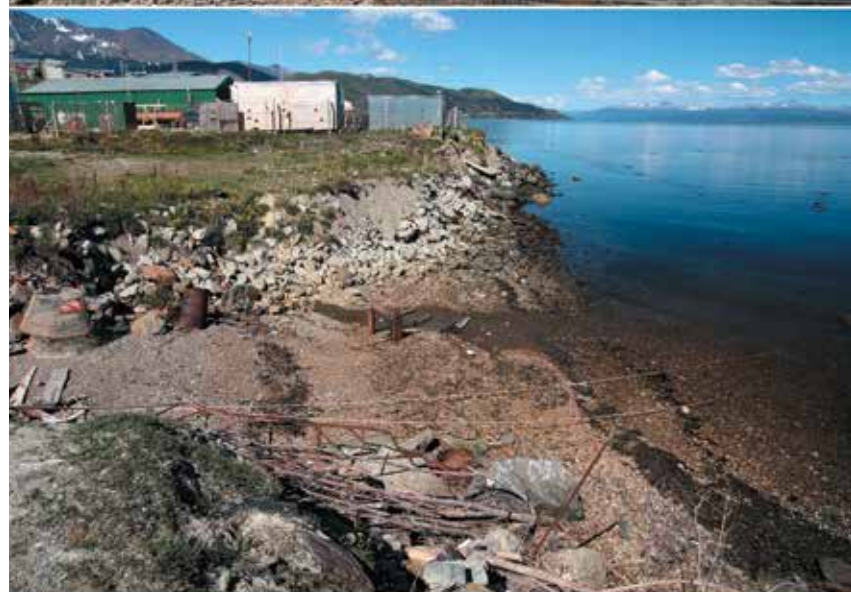


Figura 2: Sitios de muestreo. Arriba: Muelle de combustibles. Medio: Zona industrial. Abajo: Península Ushuaia.

y otoño entre los años 2006 y 2007.

En el laboratorio, a través de distintas técnicas químico-físicas, se obtuvieron los valores de los metales traza contenidos en el sedimento y en los organismos colectados. Con las muestras de agua se obtuvieron distintos **parámetros hidrológicos** (Tabla 1) para caracterizar los sitios muestreados.

¿Qué indicaron las muestras estudiadas?

Por un lado, obtuvimos datos ambientales que permitieron caracterizar los sitios respecto de las condiciones del agua (Tabla 1). Así, observamos que en todos los sitios la salinidad es un poco más baja que lo esperado para zonas costeras, indicando un ingreso de agua dulce proveniente de fuentes naturales como el deshielo, a través de ríos y arroyos y de fuentes urbanas como efluentes pluviales y domésticos. Se observan también altas concentraciones de materia orgánica particulada (MOP) y nutrientes, especialmente en los sitios de península Ushuaia y zona industrial, que podrían estar ingresando al mar por estas vías de agua dulce.

De todos los metales medidos en los sedimentos (microgramos del metal por gramo de sedimento seco: $\mu\text{g/g}$) (Figura 3), el Cu y el Zn estuvieron

(Continúa en página 23)

Guindo

Coigüe de Magallanes

Roble colorado

Shushchi (en lenguaje yagan)

Autores: Dra. Rosina Soler y Dr. Guillermo Martínez Pastur (CADIC-CONICET)

Nombre científico *Nothofagus betuloides*

Familia Fagáceas

Orden Fagales

Clase Dicotiledóneas

Sub-clase Hamamelidae

Foto Portada:

Bosque de guindo con detalle de un individuo de mayor porte.

Descripción y distribución

El guindo (*Nothofagus betuloides*) es una especie de árbol endémica del bosque costero templado lluvioso de Argentina y Chile, y es considerada una de las especies más longevas dentro del género (hay registros de hasta 500 años de edad). Es una especie siempreverde o perenne, es decir que no pierde todas sus hojas en invierno, sino que el recambio se produce gradualmente. El guindo es un árbol frondoso y de gran porte que alcanza hasta 35 m de altura. El tronco es recto, con diámetros que llegan a los 2 m de diámetro y presenta una corteza delgada gris oscura y ligeramente agrietada longitudinalmente. Las hojas son de forma ovoidal-elíptica, de 1,0 a 2,5 cm de lar-

go, con márgenes finamente aserrado y de consistencia coriácea. Esta especie habita zonas frías y húmedas, sobre las laderas de montaña, donde las precipitaciones anuales son abundantes (>800-850 mm) y evitando los sectores con temperaturas extremas, e.g. suele crecer cerca de cuerpos de agua o a media ladera en los valles. También es posible encontrarlo a mayores altitudes como árbol pequeño o achaparrado en el límite de la vegetación arbórea. En Argentina, el bosque de guindo se presenta en formaciones puras o mixtas y ocupa una superficie cercana a las 150.000 ha, entre los 48° y 56° LS. En Tierra del Fuego, la composición de sus bosques varía con la dis-



FIGURA 1: Distribución de los bosques mixtos y puros de guindo en el sector argentino de Tierra del Fuego (fuente: Collado, 2001).





FOTO 2: Detalles de las hojas de guindo en verano, otoño e invierno.

tancia a la costa y la altitud. Mayormente, se asocia con la lenga (*N. pumilio*) formando un bosque mixto deciduo-siempreverde denominado Bosque Magallánico Mixto, mientras que en las zonas más lluviosas al sur y oeste se presenta como bosques siempreverdes puros junto al canelo (*Drimyswinteri*) y la leña dura (*Maytenusmagellanica*).

Ciclo de reproducción

El guindo es un árbol dicli-no-monoico, es decir que el mismo árbol posee flores mas-

culinas y femeninas en estructuras separadas, muy pequeñas. Florece entre septiembre y diciembre, observándose floraciones más tardías al aumentar la altitud y latitud. Las flores masculinas son solitarias (0,4 cm), ubicadas en la base de los brotes y las flores femeninas se agrupan de a tres (0,3 cm) en los extremos de los brotes. Estas flores son polinizadas por el viento, y los frutos se forman rápidamente a principios del verano. El fruto está formado por tressemillas (0,3-0,5 cm) cubiertas por una cúpula, de

las cuales dos son semillas tri-aladas y una central bi-alada, siendo dispersadas por el viento entre Marzo y Mayo. Al igual que otros *Nothofagus*, el guindo posee ciclos de alta producción de semillas, pero además la producción varía con el lugar y los años, pudiendo registrarse hasta 10 millones de semillas por hectárea. Las semillas pasan el invierno bajo las hojas y germinan a principios del verano. El guindo es considerado una



FOTO 3: Flor masculina y plántula de guindo.



FOTO 4: Etapas de la dinámica del bosque de guindo: regeneración, bosque secundario y bosque maduro de guindo.

especie tolerante a la sombra, por eso los nuevos individuos son capaces de persistir por mucho tiempo (50-70 años) creciendo lentamente bajo la sombra de los árboles adultos. Por otra parte, en el límite altitudinal del bosque predomina la reproducción vegetativa (rebrote de raíces), ya que en el bosque achaparrado la presencia de plántulas es muy rara o nula.

Dinámica

El guindo escapaz de germinar en distintas condiciones (a plena luz o bajo un bosque de alta cobertura), pero la mayoría de los estudios lo describen como una especie más tolerante a la sombra. Se estima que bajo condiciones apropiadas del sitio, el establecimiento de la regeneración de guindo puede ser muy abundante (80.000 y 300.000 plantas.ha⁻¹) y en bosques mixtos con lenga, donde la regeneración también es mixta, aproximadamente la mitad de las plántulas son

de guindo. Sin embargo, la cobertura de la regeneración no es uniforme, debido a diferencias en los niveles de luz generados por la heterogeneidad de las copas, lo cual influye sobre el establecimiento y crecimiento de la regeneración. En bosques maduros también es frecuente observar plántulas creciendo en diferentes micro-sitios, como sobre troncos caídos, musgos o montículos producidos por las raíces de árboles caídos. Al igual que otros *Nothofagus* de Sudamérica, la dinámica de los bosques de guindo está asociada a disturbios o alteraciones de ocurrencia periódica (tormentas de viento, deslizamientos o avalanchas, etc), donde la caída de un árbol o un grupo de ellos dan lugar a una dinámica de claros. En bosques cercanos a la costa, en condiciones de clima templado, donde el guindo compite con otras especies arbóreas tolerantes a la sombra como el canelo (*Drymiswinteri*), perturbaciones

de gran escala parecen ser importantes para la regeneración de *Nothofagus*. Pero a mayor elevación, donde la riqueza de especies forestales es menor, el guindo es capaz de regenerar después de perturbaciones de pequeña y gran escala. En ciertas condiciones (ej., en campos morrénicos glaciares) el guindo actúa como especie pionera inicial, ya que puede vivir en suelos menos fértiles y más pobres en nitrógeno, y es más resistente a temperaturas frías y vientos fuertes. Luego de varios años, se produce la instalación de otras especies de árboles originando los bosques mixtos.

Usos

Los bosques de guindo han sido utilizados ampliamente por los yaganes, empleándolo para muchos usos, como la construcción de las canoas. A partir de los primeros asentamientos europeos, se intensifica su aprovechamiento, donde gran parte de los bos-

ques costeros fueron inter-venidos. En Tierra del Fuego, tanto en Argentina como en Chile, se lo aprovecha junto con la lenga para la industria del aserrado. Las propuestas de manejo incluyen las cortas de protección y las cortas en bosquetes, ambos diseñados para favorecer la regeneración natural del bosque a través de la apertura del dosel superior. Finalmente, cabe destacar que muchos establecimientos agropecuarios realizan cría de ganado en estos bosques desde hace más de 100 años a lo largo de las costas del Canal Beagle.

Potencial manejo silvícola y conservación del bosque

El guindo no es considerada una especie amenazada, ya que la mayor parte de su

distribución se encuentra en hábitat y condiciones de difícil acceso o de bajo interés para la industria maderera. Por otra parte, una gran proporción de bosques de guindo se encuentran dentro de áreas protegidas nacionales y/o provinciales. En Tierra del Fuego, donde existe un alto potencial de uso productivo del guindo, su aprovechamiento ha sido bajo, porque históricamente se ha valorado más la utilización de la lenga. El guindo es una especie con un gran potencial para ser incorporada dentro de un plan de manejo forestal sostenible, ya que presenta excelentes tasas de crecimiento, respondiendo favorablemente a los raleos. Estos tratamientos disminuyen la densidad de individuos, a

fin de mejorar las condiciones de crecimiento de los árboles remanentes y la calidad de los fustes



FOTO 5: Raleos experimentales para producción de madera (Ea. Moat).

Bibliografía

COLLADO L (2001) Los bosques de Tierra del Fuego. Análisis de su estratificación mediante imágenes satelitales para el inventario forestal de la provincia. *Multequina* 10: 01-16.

CRUZ G, CALDENTEY J. 2007. Caracterización, Silvicultura y Uso de los Bosques de Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) en la XII Región de Chile. CONICYT FONDEF. Santiago, Chile. 126 pp.

DONOSO C; L STEINKE; A PREMOLI (2006) *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst., ñire, ñirre, ñiré, anis (Tierra del Fuego), Ñirre: de Ñgërü (mapudungun): zorro. En: Las Especies arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina: Autoecología (C Donoso Zegers, Ed.). Valdivia (Chile), Marisa Cúneo Ediciones. pp. 401-410.

FRANGI JL; MD BARRERA; J PUIG DE FÁBREGAS; P YAPURA; AM ARAMBARRI; L RICHTER (2004) Ecología de los bosques de Tierra del Fuego. En: Ecología y manejo de bosques nativos de Argentina (MF Arturi; JL Frangi; JF Goya, Eds.). La Plata (Argentina), Editorial Universidad Nacional de La Plata.

MARTÍNEZ PASTUR G, JORDÁN C, SOLER R, LENCINAS MV, IVANCICH H, KREPS G. 2012. Landscape and microenvironmental conditions influence over regeneration dynamics in old-growth *Nothofagus betuloides* Southern Patagonian forests. *Plant Biosystems* 146: 201-213.

PROMIS A. 2009. Natural small-scale disturbances and below-canopy solar radiation effects on the regeneration patterns in a *Nothofagus betuloides* forest: A case study from Tierra del Fuego, Chile. PhD thesis, Faculty of Forest and Environmental Sciences. Freiburg, Germany. 186 pp.

(Viene de página 18)

presentes en proporciones similares en los tres sitios, en tanto que el Pb y el Cd presentaron diferencias: en la península Ushuaia se encontraron los valores más altos de Cd (2,07 µg/g) y en el muelle de combustible, los más altos de Pb (41,00 µg/g).

¿Qué origina estas diferencias?

Los metales traza pueden ingresar a los ambientes acuáticos a través de fuentes naturales o antrópicas. Pueden ser resultado de descargas directas en los ríos y ecosistemas marinos o indirectamente a través de **escorrentías**. El sedimento es el depositario final de los metales, cuya distribución depende de factores como la **granulometría** y la **movilización** del sedimento.

En la zona industrial, las concentraciones de metales pueden estar relacionadas a residuos industriales no tratados, tanto actuales como acumulados de años anteriores, o al **lixiviado** que se produce desde algunos residuos sólidos.

En el muelle de combustible, el Pb encontrado en los sedimentos podría provenir del derrame de combustible depositado en el sedimento años atrás ya que actualmente los combustibles no contienen Pb. Una prueba de esto es que los valores encontrados en este estudio son menores a los registrados en el mismo sitio en trabajos realizados en 1996.

En 1995, Edward Long, experto en la materia, publicó un trabajo en el que define un

En la zona industrial, las concentraciones de metales pueden estar relacionadas a residuos industriales no tratados, tanto actuales como acumulados de años anteriores, o al lixiviado que se produce desde algunos residuos sólidos.

Fecha	Sitios	Tem (°C)	pH	OD (mg/L)	Salinidad ‰	Clor-a (µg/L)	MOP (mg C/L)	Amonio (µmol/L)	Nitrito (µmol/L)	Nitrato (µmol/L)	Fosfato (µmol/L)	Silicato (µmol/L)
Invierno	ZI	5.10	7.76	8.48	30.10	0.09	0.31	5.81	0.40	12.77	4.56	6.27
	MC	4.95	7.69	8.77	30.20	0.02	0.17	0.55	0.36	13.39	1.41	6.84
	PU	4.60	7.78	9.63	30.40	0.07	0.25	0.91	0.27	10.61	1.00	4.01
Primavera	ZI	8.15	8.16	13.90	25.35	0.44	0.26	19.62	0.11	1.61	0.90	5.52
	MC	8.00	7.94	10.99	26.25	0.77	0.85	1.33	1.07	3.66	0.84	2.39
	PU	8.15	8.33	14.43	25.75	0.54	1.03	0.44	0.38	1.43	0.54	2.26
Verano	ZI	8.60	7.78	10.73	24.05	0.20	1.86	3.12	0.26	1.53	0.73	5.26
	MC	8.50	7.69	10.29	24.05	0.38	2.34	1.00	0.24	2.07	0.75	3.84
	PU	9.30	7.64	9.33	19.85	0.18	1.89	141.34	1.26	7.17	14.40	20.90
Otoño	ZI	6.40	7.66	9.86	22.30	0.23	0.90	2.41	0.51	6.35	2.45	21.98
	MC	6.15	7.6	9.66	23.00	0.29	1.44	1.80	0.32	2.95	1.01	5.59
	PU	6.65	7.65	10.22	20.85	0.11	3.06	112.12	0.96	7.51	10.75	16.58

Tabla 1: Parámetros hidrológicos.

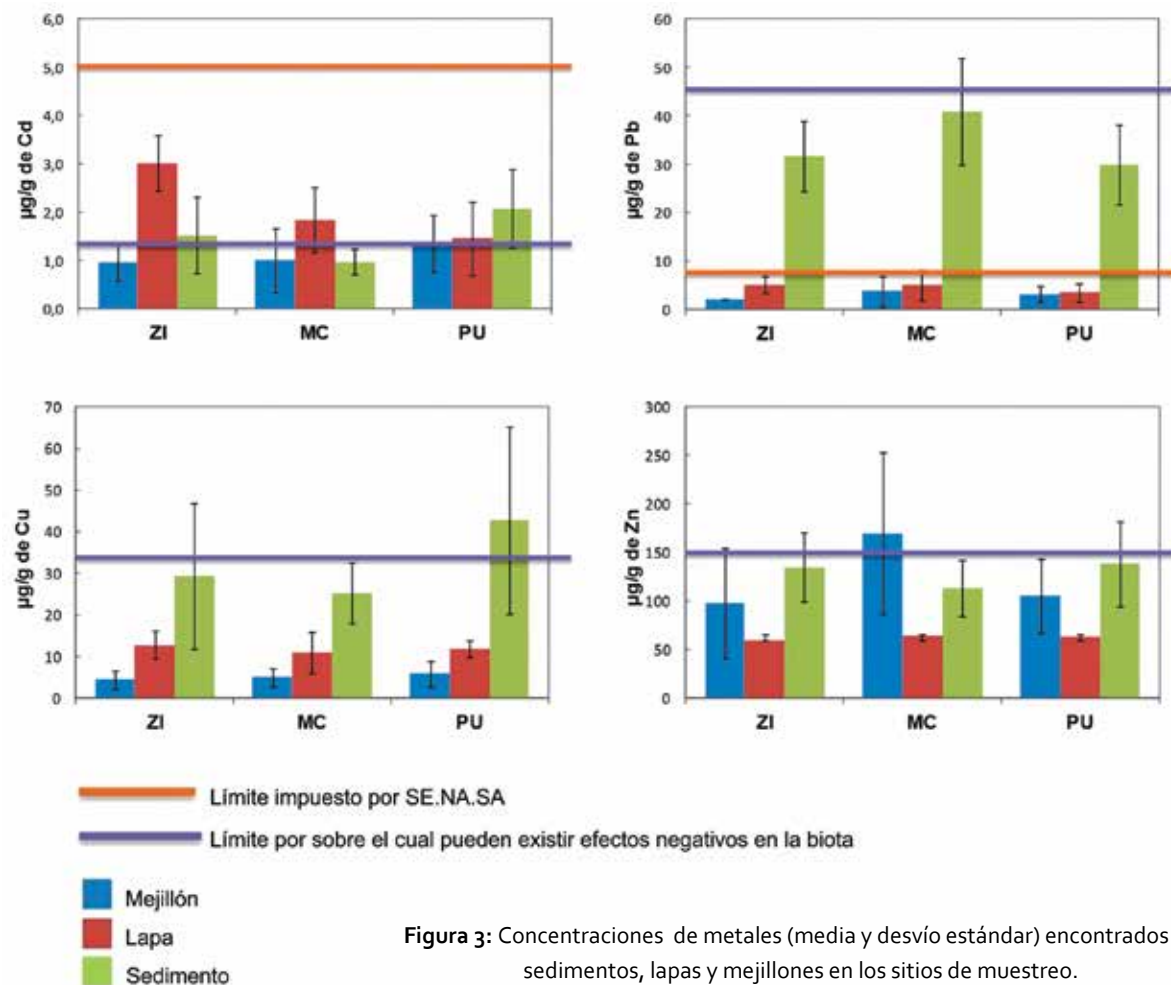


Figura 3: Concentraciones de metales (media y desvío estándar) encontrados en sedimentos, lapas y mejillones en los sitios de muestreo.

límite de concentración de metales en sedimento por encima del cual se observan efectos negativos en los organismos asociados a ese ambiente (límites: Cd 1,2 µg/g, Pb 46 µg/g, Cu 34 µg/g y Zn 150 µg/g). De acuerdo con las mediciones en nuestros tres sitios, el Cd y el Cu en península Ushuaia y el Cd en la zona industrial exceden este límite, significando un riesgo para los organismos que viven allí (Figura 3).

Además, las concentraciones de metales en los tres sitios estudiados superan a las

encontradas en trabajos anteriores realizados en la costa de Ushuaia en un sitio de bajo impacto antrópico y a las concentraciones indicadas para sedimentos no contaminados realizadas por otros investigadores en diversos sitios.

¿Qué sucede en los moluscos?

Las mediciones biológicas realizadas permitieron conocer el estado de las lapas y los mejillones en cada sitio. Ellos también presentaron diferentes concentraciones de metales en

sus tejidos (Figura 3). Se registraron los niveles más altos de Cd en las lapas de zona industrial y los más altos de Cu y Zn en los mejillones de la península Ushuaia y el muelle de combustible respectivamente. A pesar de esto, es importante tener en cuenta que los valores encontrados en esta oportunidad, estuvieron por debajo del límite establecido por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SE.NA.SA.), respecto del Cd (5,0 µg/g) y el Pb (7,5 µg/g) para el consumo humano y son similares a los informados en otras

áreas de la Patagonia con contaminación baja.

En general, las concentraciones de metales registradas en este trabajo son una muestra del impacto humano. Considerando el constante crecimiento urbano y la variedad de nuevas actividades con potencial aporte de metales y contaminantes, como ciudadanos responsables deberíamos estar atentos a las medidas de control y monitoreo que deben desarrollar las autoridades competentes para evitar efectos biológicos negativos y deterioro de las comunidades costeras.

Por otro lado, este trabajo nos demuestra que además de implementar controles estrictos

en cuanto a la forma en que se eliminan los desechos o que se vierten en el mar, es necesario aumentar el conocimiento y la concientización respecto de la contaminación urbana. No debemos olvidar que vivimos estrechamente relacionados con otras comunidades animales y vegetales que sufren consecuencias por nuestras costumbres y actividades perjudiciales para el ambiente. Conocer y respetar el ambiente en que vivimos es nuestra obligación. Minimizar la emisión de contaminantes reducirá el daño al medioambiente y a nosotros mismos



En general, las concentraciones de metales registradas en este trabajo son una muestra del impacto humano. Considerando el constante crecimiento urbano y la variedad de nuevas actividades con potencial aporte de metales y contaminantes, como ciudadanos responsables deberíamos estar atentos a las medidas de control y monitoreo que deben desarrollar las autoridades competentes para evitar efectos biológicos negativos y deterioro de las comunidades costeras.

Glosario

Escorrentías: son las aguas que caen y corren sobre los techos de edificaciones, en calles, aceras y cualquier otra superficie impermeable durante un evento de lluvia.

Granulometría: clasificación de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño determinada a través de tamices.

Lixiviado: es el transporte de elementos a través del suelo como producto de la infiltración de agua que atraviesa una masa de desechos, disolviendo, extrayendo o transportando distintos componentes sólidos, líquidos o gaseosos presentes en los residuos dispuestos.

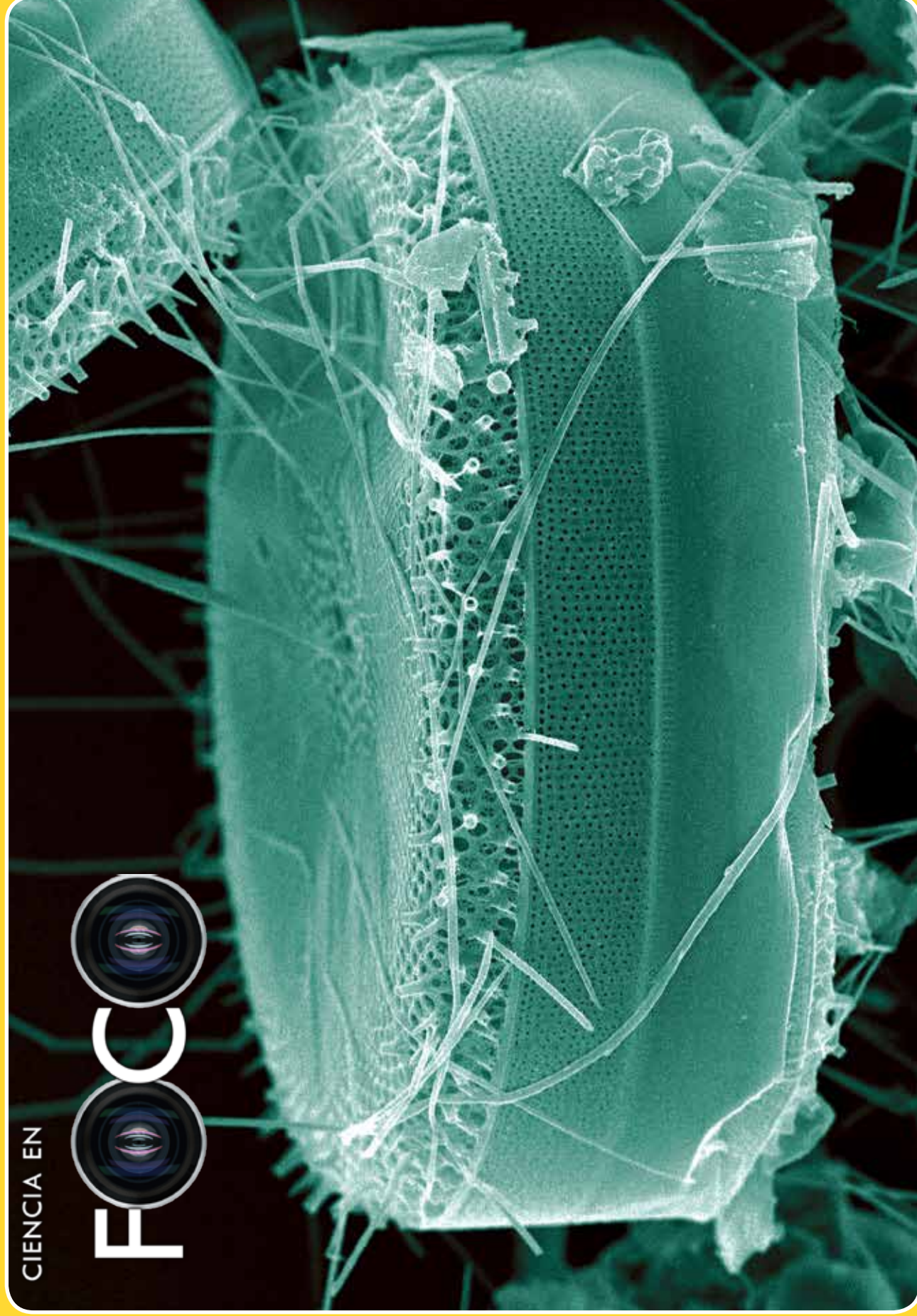
Metales traza: se denominan así a los metales presentes en la corteza terrestre en un porcentaje menor al 0,1 %.

Parámetros hidrológicos: conjunto de mediciones realizadas en el agua para determinar sus características.

Referencias

Long ER, McDonal DD, Smith SL, Calder FD. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Env. Man.* 19, 81-97.

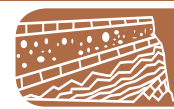
SE.NA.SA. (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). RTCT 409, 2008. Reglamento de límites máximos microbiológicos y de residuos de medicamentos y contaminantes para los productos y subproductos de la pesca y de acuicultura destinados al consumo humano. Decreto N° 34687-MAG, Bs As, Argentina.



Microfotografía de *Thalassiosira* sp. obtenida bajo Microscopio Electrónico de Barrido (x3500).



Ciencia en foco 2: Hongo cupuliforme (*Aleurodiscus vitellinus*) creciendo sobre rama de lengua (*Nothofagus pumilio*) en el piso del bosque fueguino.



icnología

Huellas bajo la lupa



María Isabel
López Cabrera

Una de las líneas de investigación que desarrolla el Laboratorio de Geología Andina es la icnología (ichnos: trazas, huellas; logos: estudio). Tal como la etimología de la palabra lo indica, es la ciencia que se ocupa del estudio de trazas recientes y fósiles hechas por organismos. Para ejemplificar una traza reciente tratemos de imaginar un ambiente de invierno en Ushuaia; la nieve recién caída, nosotros caminando sobre ella y dejando huellas, trazas, que en este caso y como ocurre generalmente con las huellas que dejan los vertebrados, son fáciles de asociar con el pro-

ductor. Las huellas en la nieve no tienen potencial de preservación, pero si las huellas están realizadas en substratos como por ejemplo el limo o el barro, es muy probable que cuando ese barro se convierte en roca luego de millones de años, se preserven en el registro geológico constituyendo una traza fósil. La **rastrillada** de los dinosaurios es un ejemplo de traza fósil, en la Figura 1 la traza fósil *Titanopodus mendozensis* (las trazas llevan nombres científicos) fue conservada en sedimentos que formaban una planicie deltaica hace aproximadamente 70 millones de años.

Una traza fósil es una estructura preservada en el sedimento, es de origen biológico y refleja el comportamiento del organismo que la produce. Tomando como ejemplo la Figura 1, la rastrillada (una estructura preservada) fue hecha por titanosaurios (organismo productor) cuando se desplazaban de un lugar a otro (comportamiento). Este comportamiento encuadra a la rastrillada dentro de las trazas de locomoción o movimiento.

Las trazas representan un signo fósil de la actividad de un organismo vivo (el organismo vivía cuando construyó la traza), y no representan una parte fosilizada del animal como ocurre con los fósiles. Un ejemplo de esta diferencia se ilustra en la Figura 2 con un fósil de preservación excepcional en las calizas de Solnhofen, Alemania, del Jurásico Superior (aproximadamente 145 millones de años) donde se observa la traza fósil de locomoción (desplazamiento de un lugar a otro) *Kouphichnium*, que representa los últimos movimientos del crustáceo *Limulus polyphemus* antes de morir y quedar preservado como fósil.

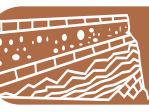
Existen otros tipos de comportamiento que quedan expresados en las trazas que los organismos producen. Por ejemplo, Las trazas de habitación o domicilio que realizan los crustáceos marinos, que consisten en sistemas de ga-

lerías complejas conectadas entre sí. En la Figura 3A se ilustran ejemplo de galerías recientes construidas por crustáceos en la playa de Monte Hermoso, Buenos Aires, y en la Figura 3B un ejemplo de galerías fósiles que corresponden a la traza fósil *Ophiomorpha irregulaire* del Cretácico de Patagonia (aproximadamente 70 millones de años). La similitud en la forma que presentan ambas galerías (la reciente y la fósil), nos sirve de modelo para inferir que ya hace millones de años los crustáceos mari-

Una traza fósil es una estructura preservada en el sedimento, es de origen biológico y refleja el comportamiento del organismo que la produce.



Figura 1: *Titanopodus mendozensis*. Huellas fósiles de dinosaurios saurópodos, Formación Loncoche, Mendoza.



De cierta manera las trazas reflejan la morfología (forma) del organismo que la produce. En el caso de vertebrados, la forma del pie y los dedos son caracteres muy importantes que quedan reflejados en la traza, y que luego servirán para establecer una relación traza-productor.



Figura 2: La flecha señala la traza fósil *Kouphichnium* y al final de la traza el fósil productor *Limulus polyphemus*. Calizas de Solnhofen. Alemania.

nos construían galerías como domicilio. En este caso en particular el registro de las trazas fósiles es coincidente con la aparición de los primeros fósiles de crustáceos marinos.

De cierta manera las trazas reflejan la morfología (forma) del organismo que la produce. En el caso de vertebrados, la forma del pie y los dedos son caracteres muy importantes que quedan reflejados en la traza, y que luego servirán para establecer una relación traza-productor. Otros ejemplos lo constituyen las trazas de descanso como las que dejan las estrellas de mar y los erizos al reposar en el fondo marino.

En el caso de organismos invertebrados de cuerpo blan-

do la relación traza-productor es más difícil de establecer; sin embargo, los mecanismos de excavación que utilizan estos organismos para construir sus trazas y la morfología general que éstas presentan son factores de análisis que pueden ayudar a la identificación del organismo productor. La Figura 4 muestra la traza fósil *Helminthorhaphe* isp. atribuida a organismos vermiformes (con forma de gusanos) que vivían en el fondo del mar en el Eoceno de Tierra del Fuego (hace aproximadamente 34 millones de años).

La traza fósil *Tasselina ordamensis* (Figura 5) es atribuida a poliquetos marinos (gusanos con cuerpo segmentado) y es

un ejemplo de cómo queda preservado en el registro fósil el mecanismo de excavación y comportamiento de poliquetos maldánidos actuales. En particular las trazas actuales que produce la especie *Maldane sarsi* fueron estudiadas con mucho detalle. Estos invertebrados viven en el fondo del mar donde construyen una estructura que consiste en un tubo central rodeado por otro tubo hecho de arena y microorganismos y finalmente toda esta estructura es cubierta por una capa de sedimento en formas de discos apilados. Dentro del tubo central el poliqueto

vive cabeza para abajo y se alimenta tanto de los nutrientes que van cayendo al fondo del mar como también de los nutrientes que encuentran dentro del sedimento que rodea la estructura. En el fondo del tubo tienen una cámara donde depositan parte de los sedimentos que luego serán utilizados para alimentarse. Toda la actividad de alimentación del maldánido favorece la producción de bacterias. La estructura final tiene una forma externa e interna muy similar a la traza fósil *Tasselina ordamensis*. Si realizamos un corte a lo largo de *Tasselina* (Figura

Otros ejemplos lo constituyen las trazas de descanso como las que dejan las estrellas de mar y los erizos al reposar en el fondo marino.

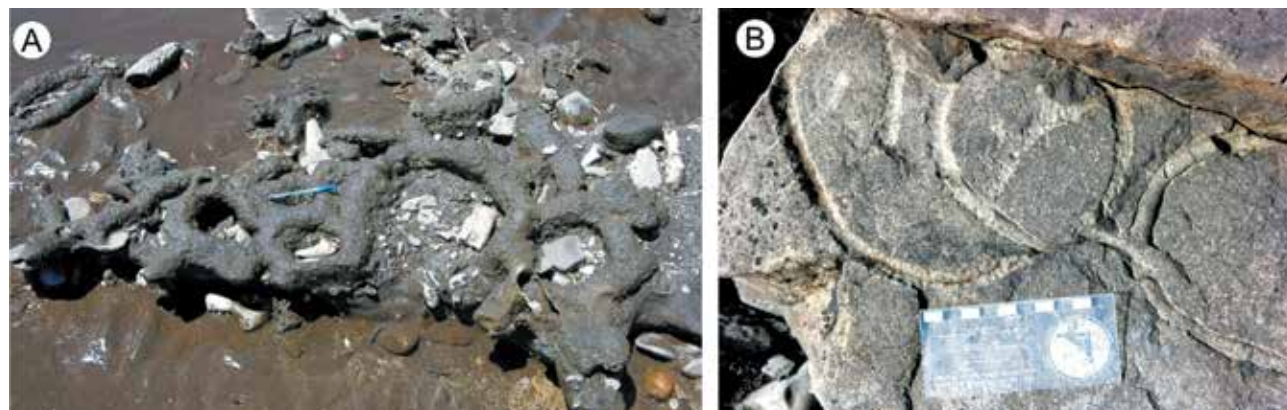
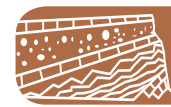


Figura 3: (A) Trazas atribuidas a crustáceos recientes, Monte Hermoso, Bs.As. (B) Traza fósil *Ophiomorpha irregulaire*, Cretácico, Patagonia Argentina.



Figura 4: *Helminthorhaphe* isp. Formación Cerro Colorado, Eoceno, Tierra del Fuego.




La Icnología es una ciencia relativamente joven, que se fue afianzando en la década de 1970 con los trabajos de Adolf Seilacher, quien es considerado por todos los que admiramos su trabajo como el padre de la icnología por sus innumerables aportes en el estudio y clasificación de las trazas fósiles. Fue galardonado con el premio CRAFFORD, equivalente al Nobel en otras ciencias. El premio obtenido sirvió para montar la exposición ARTE FOSIL, que actualmente recorre el mundo. Los paneles muestran la belleza y estética de las trazas fósiles (ver en www.fossil-art.dk).

5) se puede distinguir en su interior que también consta de un tubo central, rodeado del tubo de arena y todo a su vez rodeado del sedimento **bioturbado** que se conserva en forma de discos apilados. Al final del tubo central también está presente la cámara de alimentación. Estas características similares presentes tanto en las formas actuales como en las fósiles nos permiten sugerir que los maldánidos probablemente hayan sido los productores de *Tasselia*. En *Tasselia* podemos deducir también que el organismo que la produce

presenta varias estrategias de alimentación y comportamiento, pues no solo construye la traza de domicilio donde vive sino que también se alimenta en ella (traza de alimentación) y además cultiva bacterias (traza de cultivo).

Las trazas fósiles constituyen una valiosa herramienta para la interpretación del **paleoambiente** del lugar en el momento en que el organismo productor estaba vivo. En la Figura 6 vemos una foto del paisaje actual de la zona norte de Tierra del Fuego, y en detalle una

representación del proceso de construcción de la excavación y entierro de nidos de escarabajos peloteros. Los nidos son trazas de nidificación, y cuando se fosilizan se denominan *Coprinisphaera*. La presencia de trazas fósiles de escarabajos en el Mioceno de Tierra del Fuego (hace aproximadamente 18 millones de años), es uno de los parámetros que usamos para afirmar que en aquel entonces el paisaje era muy parecido al de la actual estepa fueguina 

Glosario

Rastrillada: sucesión de pisadas o huellas.

Bioturbado: se dice que un sedimento está bioturbado cuando la actividad de los organismos que viven dentro del él lo modifica.

Paleoambiente: estudio de los ambientes del tiempo pasado.

Lectura sugerida:

Buatois, L.A., Mángano, G. y Aceñolaza, F. 2002. Trazas fósiles: Señales de Comportamiento en el Registro Estratigráfico. Museo Paleontológico Egidio Feruglio: 5-365.

López Cabrera, M. I., Olivero, E.B., Carmona, N. B., Ponce, J. J. 2008. Cenozoic trace fossils of the *Cruziana*, *Zoophycos*, and *Nereites* ichnofacies from the Fuegian Andes, Argentina. *Ameghiniana*, 45(2):377-392.

Olivero E.B. and López Cabrera M.I., 2010. *Tasselia ordamensis*: A biogenic structure of probable deposit-feeding and gardening maldanid polychaetes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 292:336-348.



Figura 5: *Tasselia ordamensis* varios ejemplares juntos y corte con detalle de la estructura interna. Formación Cerro Colorado, Eoceno, Tierra del Fuego.



Figura 6: Paisaje actual de la zona de la estepa del norte de la Isla de Tierra del Fuego. En detalle mecanismo de excavación y nidificación de escarabajos peloteros.



Áreas protegidas marino costeras

y su importancia para la conservación del Mar Argentino

Yacimiento Paleontológico.
Reserva Natural Punta Buenos Aires. Alejandro Valenzuela

Alejandro E.J. Valenzuela y
Laura Malmierca
Coordinación Patagonia Austral,
Administración de Parques Nacionales.

La Conferencia de Partes de 2010, máximo órgano del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), al cual Argentina adhirió en 1994, destaca la importancia de las áreas protegidas en la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, proponiendo como meta estratégica proteger el 10% de los ecosistemas marinos más relevantes por su valor ecológico y socio-cultural. Las áreas protegidas marino-costeras (APMC) proporcionan bienes y servicios ecosistémicos y sus objetivos son la protección y conservación de los ecosistemas involucrados y sus valores culturales; propiciar y facilitar investigaciones aplicadas al

manejo; promover y regular prácticas socioeconómicas sustentables; y fomentar actividades educativas y recreativas que garanticen el acceso a un ambiente sano concientizando a la población sobre la importancia de protegerlo. Lejos del antiguo concepto de "conservar" como algo intocable, las APMC con adecuada gestión, son herramientas de protección y manejo que garantizan la multiplicidad de fines, favoreciendo el cuidado de la biodiversidad y el patrimonio cultural, la protección de especies y ambientes amenazados, la recuperación de áreas y recursos degradados, el desarrollo social y ambien-

talmente sustentable y la generación de conocimiento.

El Mar Argentino, es un ambiente de alta productividad, rico en especies únicas, muy diverso y de gran importancia socio-económica. Sus aguas, costas e islas ofrecen paisajes únicos, desde un punto de vista geológico, paleontológico e incluso biológico, como las áreas reproductivas de aves y mamíferos marinos incluyendo la ballena franca austral (Monumento Natural Nacional). Además, prestan servicios ecosistémicos vitales como regulación del clima y los ciclos hidrológicos, contribuyendo incluso a mitigar los efectos del calentamiento global. Sin embargo, los ecosistemas marino-costeros están expuestos a diversas amenazas como contaminación, sobreexplotación de recursos, especies invasoras, falta de modelos de

utilización sustentable, e incompleta o ausente información acerca de sus hábitats y especies.

La Administración de Parques Nacionales (APN) trabaja, junto con otros socios, promoviendo la creación de APMCs para conservar la inmensa riqueza de la costa y el Mar Argentino y cumplir la meta del CDB. Durante los últimos años Argentina aumentó la superficie marino-costera protegida, superando el 4%. Actualmente las APMCs bajo jurisdicción de la APN son (ver mapa):

Parque Nacional Tierra del Fuego: Área protegida más austral del país, donde el bosque andino-patagónico "se une" al bosque de algas del Canal Beagle, e incluye el patrimonio cultural de los pueblos indígenas canoeros.



Ubicación de las Áreas protegidas marino costeras

Intermareal. Parque Nacional Monte León. Mariana Martínez





Gaviotas y Cormoranes.
Parque Nacional Monte León.
Mariana Martínez.

Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral: Abarca ambientes continentales, intermareales, islas y mar del Golfo San Jorge, tanto en jurisdicción provincial como nacional.

Parque Nacional Monte León (e Interjurisdiccional Marino): Primer parque nacional costero de la APN al cual se está anexando el área marina contigua. Protege el ecosistema íntegramente, incluyendo estepa, sitios paleontológicos y arqueológicos, geofformas costeras únicas, intermareal y mar.

Parque Interjurisdiccional Marino Isla Pingüino: Comprende islas costeras y el mar en torno a ellas, protegiendo muchas especies marinas y la única colonia continental de pingüino penacho amarillo.

Parque Interjurisdiccional Marino Makenke: Área protegida que alberga numerosas especies marinas, colonias de cormorán gris, lobos y elefantes marinos y las rutas migratorias de la ballena franca austral, albatros y pingüinos.

Reserva Natural Militar Punta Buenos Aires: Bajo esta innovadora categoría de conservación, protege colonias de mamíferos marinos y gaviotines sudamericanos y permite a la APN aportar activamente al manejo de Península Valdés, declarada Patrimonio Mundial Natural.

Además, se cuenta con la reciente aprobación por parte del Congreso Nacional del **Área Protegida Namuncurá**, primera exclusivamente oceánica del país. Esta área protege al Banco Burdwood, la meseta submarina con mayor productividad del Mar Argentino ubicada al sur de las Islas Malvinas y al este de Isla de los Estados y que presenta una altísima diversidad de organismos y es muy relevante para la

alimentación de numerosas especies.

Estas APMCs representan un gran paso para la conservación del Mar Argentino, y un gran desafío involucrando a los estados nacional y provinciales, organizaciones no gubernamentales y el ámbito académico, en un trabajo y aprendizaje interdisciplinario único que sirve como plataforma para involucrar a la sociedad en la conservación efectiva de los ecosistemas nativos, rompiendo las "tradicionales" barreras entre ambientes, disciplinas e instituciones, y evitando áreas protegidas "de papel", es decir que existen formalmente pero no se encuentran verdaderamente implementadas. Además de cambiar la antigua tendencia de áreas protegidas exclusivamente te-

restres, la injerencia interjurisdiccional de las APMCs reemplaza el paradigma de gestión centralizada, constituyendo un claro ejemplo de trabajo conjunto y cooperación entre distintas instituciones nacionales, regionales y locales, contribuyendo a la consolidación de procesos participativos para la conservación de las áreas protegidas y generando alianzas estratégicas con la academia.

Es importante como sociedad que reforcemos este trabajo, apoyando la creación de nuevas APMCs para favorecer la conservación de nuestro mar y permitir de este modo un desarrollo sustentable para nosotros y las generaciones futuras. Navegamos por buen rumbo...



Fauna y Flora del Mar Argentino. Mariana Martínez

¿Quién es?

¿Quién es?

¿Quién es?

Raúl A. Ringuelet

(1914 - 1982)



Mariano Diez

La ciencia nacional ha tenido varios precursores que asentaron sus nombres en la historia científica argentina. En el ámbito de las ciencias naturales, uno de estos pioneros destacados que dejaron su huella fue, sin duda, Raúl A. Ringuelet.

Ringuelet nació en la ciudad de La Plata el 10 de septiembre de 1914. En 1939 obtuvo el título de Doctor en Ciencias Naturales en el Instituto Superior del Museo de la Universidad Nacional de La Plata. A partir de la publicación de su primer trabajo científico en 1936, comenzó un largo camino profesional que no se restringió a una sola disciplina. Sus diversas líneas de trabajo como la zoología, ecología, biogeografía, ictiología, protección y conservación de los recursos naturales, limnología,

escribieron las páginas más destacadas de las ciencias naturales en nuestro país. Este amplio campo profesional dejó un legado de más de 200 publicaciones científicas, muchas de ellas de trascendencia internacional. Además de las publicaciones específicas de su trabajo fue un gran divulgador con 100 artículos de divulgación científica.

Su pasión por la investigación también dejó lugar para una gran labor como docente universitario. En la Universidad Nacional de La Plata fue profesor suplente de Zoología General (1944-1948), profesor titular de Zoología de Invertebrados (1947-1955), profesor titular de Zoología de Vertebrados (1957-1966), profesor titular de Ecología y Zoogeografía (1960- *per vitam* desde 1972)

y profesor titular de Limnología (1969-1978). Además, en la Universidad de Buenos Aires dirigió la cátedra de Zoología Sistemática (1956-1964) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Su temprano inicio en la limnología nace en los años cuarenta del siglo pasado cuando ejerce el cargo *ad honorem* de la Sección Limnología de la División Vertebrados del Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Hacia fines de los años setenta se encuentra trabajando arduamente en esta disciplina, logrando la publicación de artículos que fueron la base para el desarrollo de la limnología en Argentina. Desde 1978 hasta su muerte (29 de abril de 1982) fue Investigador Superior del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). En reconocimiento a su trayectoria, la Universidad Nacional de La Plata lo nombró Profesor Emérito. Además, fue miembro de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales desde 1966 hasta su fallecimiento. Esta Academia instauró el Premio Nacional en Limnología Raúl Ringuelet para destacar la labor de los profes-

sionales de la disciplina. Tal es la huella dejada por Ringuelet que actualmente el Instituto de Limnología gestado y fundado por él lleva su nombre desde 1983, al cumplirse un año de su muerte en la ciudad de Puerto Madryn.

Las siguientes palabras, como muestra de su pensamiento pionero, fueron pronunciadas el 8 de enero de 1944 por LS11 radio Provincia de Buenos Aires:

“Y digamos a modo de conclusión, que si queremos conservar nuestra fauna nativa, lo acertado es crear un plan concienzudo que llegue a reglamentar totalmente sobre cuales animales deben protegerse, tomando lo más pronto posible las medidas necesarias...”

Al mismo tiempo las medidas que se estudiaran y propusieran deberían seguirse sin apelaciones e interferencias.

Una Comisión o Consejo, o como quiera llamársele, compuesta de hombres entendidos en la materia y formada por naturalistas que son los que mejor pueden entender de estos asuntos, pero sin técnicos a la moda de Hollywood, debe-

ría ser el único organismo de control o asesoramiento que pudiera dar la palabra definitiva sobre cualquier introducción propuesta así como sobre los animales de parques y reservas.

Porque una repartición u organismo regidor de parques naturales sin ningún naturalista, botánicos y zoólogos, es como tener una organización sanitaria sin médicos ni bacteriólogos o como construir caminos sin el concurso de ingenieros”

Nació el 10 de septiembre en la ciudad de La Plata	Publica su primer trabajo científico	Obtiene el título de Doctor en Ciencias Naturales	Comienza a trabajar <i>ad honorem</i> en la sección Limnología del Museo de Ciencias Naturales de La Plata
1914	1936	1939	1940

Ingresa como miembro de la Academia Nacional de Ciencias Exactas y Naturales	Obtiene el grado de Investigador Superior del CONICET	Fallece el 29 de abril en la ciudad de Puerto Madryn	El Instituto de Limnología lleva su nombre a un año de su muerte
1966	1978	1982	1983



Novedades 2013 - Novedades 2013 - Novedades 2013 - Novedades 2013 - Novedades 2013

<p>VEGETARIANO Raciones múltiples para servir</p> <p>C.A.B.A.</p>	<p>OBRAS DE TEATRO PARA LA ESCUELA</p> <p>Pto. Deseado - Sta. Cruz</p>	<p>de una pesadilla</p> <p>Rosario - Santa Fe</p>	<p>Cámaras Encuentradas</p> <p>Mar del Plata - Bs. As.</p>	<p>UNO ENTRE TANTOS</p> <p>C.A.B.A.</p>
<p>Intima bohemia</p> <p>San Isidro - Bs. As.</p>	<p>MANUAL DE CUIDADOS DE ENFERMERÍA A DOMICILIO DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES</p> <p>Rosario - Santa Fé</p>	<p>La hija del Pacto</p> <p>Ushuaia - TDF</p>	<p>Tres celebraciones y una razón</p> <p>Córdoba Capital</p>	<p>Fue un invierno</p> <p>Zapala - Neuquén</p>
<p>Medusas de un Océano Centauro</p> <p>C.A.B.A.</p>	<p>Crónicas de un infeliz</p> <p>C.A.B.A.</p>	<p>Angelo Bello y La Noche</p> <p>Mar del Plata - Bs. As.</p>	<p>El Amor de los Angeles</p> <p>San Martín - Bs. As.</p>	<p>Y UN DÍA NOS VESTIMOS DE BLANCO...</p> <p>Caleta Oliva - Sta. Cruz</p>
<p>CAMINAR, TROTAR Y CORRER SALUDABLEMENTE</p> <p>Rosario - Santa Fe</p>	<p>Corazón de dragon</p> <p>F.M. Esquíu - Catamarca</p>	<p>Voces de la infancia</p> <p>Ushuaia - TDF</p>	<p>EL FLUIR DEL SER y otros cuentos</p> <p>Monte Grande - Bs. As.</p>	<p>contar hasta diez y otros cuentos</p> <p>Mar del Plata - Bs. As.</p>

Novedades 2013 - Novedades 2013 - Novedades 2013 - Novedades 2013 - Novedades 2013



Donde **Editar**, es mucho más que *imprimir...*

Desde hace más de diez años, editando desde Ushuaia, autores de todo el país.

www.editorialutopias.com.ar

chat on-line | info@editorialutopias.com.ar | [editorial.utopias](http://editorial.utopias.com)



¿Qué dicen los autores?





Estas Instituciones y Empresas, hacen posible la realización de esta revista



Gobierno de
Tierra del Fuego,
Antártida e Islas
del Atlántico Sur

Ministerio de Industria
e Innovación Productiva



Municipio
de Río Grande

